

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 11 731 A 1**

⑤1 Int. Cl. 6:
H 05 K 3/46
H 05 K 9/00

②1 Aktenzeichen: 199 11 731.4
②2 Anmeldetag: 16. 3. 99
④3 Offenlegungstag: 7. 10. 99

③0 Unionspriorität:
P 065278/98 16. 03. 98 JP

⑦1 Anmelder:
NEC Corp., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Patentanwälte Splanemann Reitzner Baronetzky,
80331 München

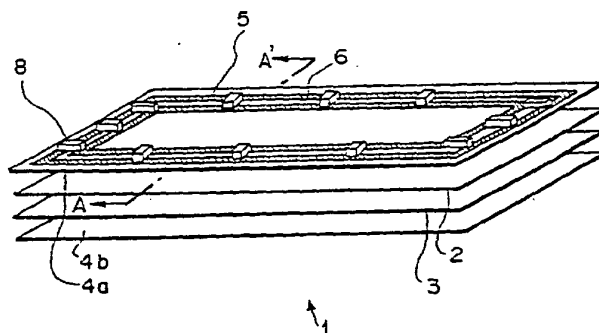
⑦2 Erfinder:
Harada, Takashi, Tokio/Tokyo, JP; Sasaki, Hideki,
Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Gedruckte Leiterplatte

⑤7 Die vorliegende Erfindung betrifft eine gedruckte Leiterplatte, wobei ein Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster und ein Oberschicht-Erdmuster ausgebildet sind und das Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster und das Oberschicht-Erdmuster mit einer Spannungsversorgungsschicht und einer Erdeschicht durch eine Vielzahl von Durchgangslöchern verbunden sind. Eine Vielzahl von Kondensatoren oder eine Vielzahl von Kondensator/Widerstand-Reihenschaltungen sind in vorgegebenen Abständen zwischen dem Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster und dem Oberschicht-Erdmuster angeordnet.



DE 199 11 731 A 1

DE 199 11 731 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine laminierte, gedruckte Leiterplatte, die zumindest zwei Schichten hat und die in elektronischen Vorrichtungen, zum Beispiel Informationsverarbeitungs- und Kommunikationsvorrichtungen verwendet wird, und insbesondere eine laminierte, gedruckte Leiterplatte mit einer Funktion zum Unterdrücken der Strahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle.

In der fortschreitenden Informationsgesellschaft stören unerwünschte, elektromagnetische Wellen, die von elektronischen Vorrichtungen, zum Beispiel Informationsverarbeitungs- und Kommunikationsvorrichtungen, abgestrahlt werden, Fernseh- und Radiokommunikationssysteme und verursachen Fehlfunktionen von Vorrichtungen oder Geräten. Um die Ausbreitung von unerwünschten, elektromagnetischen Wellen zu unterdrücken und um zu verhindern, daß diese in die Vorrichtungen gelangen, werden Abschirmungen und Filter verwendet.

Bei einem Verfahren zum Unterdrücken einer elektromagnetischen Welle, die von einer elektronischen Vorrichtung abgestrahlt wird, wird eine elektromagnetische Welle, die von einer gedruckten Leiterplatte als Strahlungsquelle abgestrahlt wird, mit einer Abschirmung eingeschlossen bzw. eingekapselt. In Alternative wird eine gedruckte Leiterplatte daran gehindert, elektromagnetische Wellen abzustrahlen.

Zum Beispiel ist in einer gedruckten Leiterplatte, die als offengelegte, japanische Gebrauchsmustereintragung mit der Veröffentlichungsnummer 05-13095 offenbart ist, wie in der Fig. 20 gezeigt wird, eine Erdeschicht bzw. Masse-schicht oder Erdungsschicht einer gedruckten Leiterplatte 101 elektrisch mit einem Käfig 107 oder Gehäuse durch eine Blattfeder 102 und eine Metallführungsschiene 103 derart verbunden, daß die Spannung der Erdeschicht gleich der Spannung des Käfigs 107 ist. In dieser Struktur hat die Erdeschicht 104 die Funktion einer Metallplatte derart, daß verhindert wird, daß elektromagnetisches Rauschen abgestrahlt wird.

In einer IC-Karte, die als offengelegtes, japanisches Patent mit der Offenlegungsnummer 07-192105 offenbart ist, wie in der Fig. 21 gezeigt ist, sind eine gedruckte Leiterplatte 113 und eine Metallplatte 114, die gegenüberliegend mit einem Rahmen 112 angeordnet sind, elektrisch mit einem Masseanschluß 115 verbunden, der an der Metallplatte 114 gesichert ist. Die Metallplatte 114 hat somit effektiv die Funktion einer Abschirmung gegen äußere, elektrostatische Induktion und elektromagnetische Induktion. Folglich kann verhindert werden, daß ein IC-Chip 113 eine Fehlfunktion aufweist und aufgrund einer Wechselwirkung mit einer unerwünschten, elektromagnetischen Welle und der Abstrahlung von statischer Elektrizität unterbrochen oder ausgeschaltet wird bzw. abstürzt.

In einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung 120, die als offengelegtes, japanisches Patent mit der Veröffentlichungsnummer 06-82803 offenbart ist, wie in der Fig. 22 gezeigt ist, ist eine Metallplatte 122 elektrisch mit einer Masseleitung einer gedruckten Leiterplatte 121 verbunden. Eine Erde-leitung-Spannung wird somit stabil zugeführt. Zudem funktionieren der Bildschirm 124 der Flüssigkristallanzeige und ein Metallrahmen 123 als Abschirmungen zum Unterdrücken der Abstrahlung einer unerwünschten, elektromagnetischen Welle.

Als eine Hauptursache dafür, daß eine gedruckte Leiterplatte eine unerwünschte, elektromagnetische Welle abstrahlt, schwankt eine Spannung zwischen einer Erde zum Zuführen einer Referenzspannung und einer Spannungsversorgungsschicht zum Zuführen einer Versorgungsspannung

zu einem IC usw.. Insbesondere wird, wenn ein System, das aus einer Spannungsversorgungsschicht und einer Erdeschicht aufgebaut ist, in Resonanz schwingt, eine elektromagnetische Welle mit einem sehr hohen Pegel bzw. Wert abgestrahlt. Um eine Abstrahlung aufgrund der Schwankung der Spannung einer Versorgungsspannung zu unterdrücken, sind mehrere Strukturen von gedruckten Leiterplatten vorgeschlagen worden.

In einer gedruckten Leiterplatte, die als offengelegtes, japanisches Patent mit der Offenlegungsnummer Nr. 06-224562 offenbart ist, wie in der Fig. 23 gezeigt ist, wird ein Teil 131 einer ebenen Spannungsversorgungsschicht 133 abgetrennt. Die separierte, ebene Spannungsversorgungsschicht 131 wird auf einem Substrat 134 angeordnet, das benachbart zu einer ebenen Erdeschicht 132 ist. Die ebene Spannungsversorgungsschicht 131, die von der ebenen Spannungsversorgungsschicht 133 getrennt ist, ist mit einer Verbindungseinrichtung 135 verbunden. Die elektrostatische Kapazität zwischen der getrennten, ebenen Spannungsversorgungsschicht 131 und der ebenen Erdeschicht 132 steigt somit an.

In einer laminierten, (be)schichteten bzw. kaschierten, gedruckten Leiterplatte, die als offengelegte, japanische Patentveröffentlichung Nr. 07-111387 offenbart ist, wie in der Fig. 24 gezeigt ist, sind eine Spannungsversorgungsschicht 141 und eine Erdeschicht 142 laminiert. Ein Schlitz 143 ist diagonal an einem Leiter der Spannungsversorgungsschicht 141 und/oder der Erdeschicht 142 ausgebildet.

In einer gedruckten Leiterplatte 150, die als offengelegte, japanische Patentveröffentlichung Nr. 09-205290 offenbart ist, wie in der Fig. 25 gezeigt ist, sind eine Spannungsversorgungsschicht 151 und eine Erdeschicht 152 auf einer ersten Oberfläche und einer zweiten Oberfläche der gedruckten Leiterplatte 150 angeordnet. An einem peripheren Abschnitt bzw. Randabschnitt der ersten Oberfläche sind Leitermuster 154 und 155 abwechselnd ausgebildet. An einem peripheren Abschnitt der zweiten Oberfläche sind feine Leitermuster 153 und 156 alternierend ausgebildet. Die Leitermuster 154 sind mit der Erdeschicht 152 verbunden. Die Leitermuster 155 sind mit der Spannungsversorgungsschicht 151 verbunden. Die Leitermuster 153, die den Leitermustern 154 gegenüber liegen, sind mit der Spannungsversorgungsschicht 151 verbunden. Die Leitermuster 156, die den Leitermustern 155 gegenüberliegen, sind mit der Erdeschicht 152 verbunden.

In einer gedruckten Leiterplatte, die als offengelegte, japanische Patentveröffentlichung Nr. 09-283974 offenbart ist, wie in der Fig. 26 gezeigt ist, sind eine Spannungsversorgungsschicht 162 und eine erste Erdeschicht 163 gegenüberliegend mit der dielektrischen Schicht 166 angeordnet, wodurch ein Kondensator C1 ausgebildet wird. Die Spannungsversorgungsschicht 162 und eine zweite Erdeschicht 164 sind gegenüberliegend mit einer dielektrischen Schicht 167 angeordnet, wodurch ein Kondensator C2 ausgebildet wird. Zudem sind die erste Erdeschicht 163 und die zweite Erdeschicht 165 durch eine Widerstandsschicht 166 miteinander verbunden.

In der Käfigstruktur der gedruckten Leiterplatte, die in der Fig. 20 gezeigt ist, arbeiten die gedruckte Leiterplatte 101 und der Käfig 107 jedoch als Abschirmungen. Somit, wenn ein Substrat oder ein nicht-leitender Käfig, die aus Kunststoff hergestellt sind, verwendet werden, funktionieren diese nicht als Abschirmung. In diesem Fall kann die Käfigstruktur die Ausbreitung bzw. Abstrahlung einer elektromagnetischen Welle nicht unterdrücken. In der IC-Karte 11, die in der Fig. 21 gezeigt ist, und in der Flüssigkristallanzeigevorrichtung, die in der Fig. 22 gezeigt ist, nimmt die Anbringungs-dichte bzw. Montagedichte ab und die Herstel-

lungskosten steigen an, da die gedruckte Leiterplatte eine Metallplatte benötigt.

In den gedruckten Leiterplatten, die in den Fig. 23, 24, 25 und 26 gezeigt sind, sind Strahlungsquellen gegeben, die eine Abstrahlung von unerwünschten, elektromagnetischen Wellen unterdrücken. In diesen gedruckten Leiterplatten wird die Spannungsschwankung zwischen der Erde zum Zuführen einer Referenzspannung und der Spannungsversorgungsschicht zum Zuführen einer Versorgungsspannung unterdrückt. In der gedruckten Leiterplatte 180, die in der Fig. 23 gezeigt ist, ist jedoch, auch wenn die ebene Spannungsversorgungsschicht und ein Teil der ebenen Erdeschicht benachbart zueinander angeordnet sind, die Erhöhung der resultierenden elektrostatischen Kapazität sehr klein. Die Schwankung der Versorgungsspannung kann deshalb nicht ausreichend unterdrückt werden. In der gedruckten Leiterplatte 140, die in der Fig. 24 gezeigt ist, steigt die Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen weiter an, da der Schlitz 143, der an der Energieversorgungsschicht 141 oder/und der Erdeschicht 142 ausgebildet ist, als Schlitzantenne wirkt.

In der gedruckten Leiterplatte 150, die in der Fig. 25 gezeigt ist, sind, da die Polarität der Spannung, die zwischen den Leitern 154 und 153 erzeugt wird, umgekehrt zu der Polarität der Spannung ist, die zwischen den Leitern 155 und 156 erzeugt wird, die benachbart zu den Leitern 154 und 153 sind, die Spannungen an den Endabschnitten der gedruckten Leiterplatte derart versetzt, daß eine Abstrahlung einer elektromagnetischen Welle unterdrückt wird. Da die Spannungsschwankung zwischen der Spannungsversorgungsschicht 151 und der Erdeschicht 152 jedoch immer noch stattfindet, können unerwünschte, elektromagnetische Wellen, die von der Spannungsversorgungsschicht 151 und der Erdeschicht 152 abgestrahlt werden, nicht unterdrückt werden. In der laminierten, gedruckten Leiterplatte 161, die in der Fig. 26 gezeigt ist, sollten, obwohl die Strahlung der unerwünschten, elektromagnetischen Wellen und die Fehlfunktion der Vorrichtung aufgrund der Spannungsschwankung zwischen der Spannungsversorgung und Erde unterdrückt sind, eine weitere Erdeschicht 164 und eine zweite dielektrische Schicht 167 zusätzlich zusammen mit der Erdeschicht 163 angeordnet werden. Die Struktur wird somit aufwendig bzw. kompliziert und die Kosten steigen an.

In den zuvor beschriebenen Dokumenten des Stands der Technik sollten die Strukturen der gedruckten Leiterplatten weitgehend modifiziert werden. Um die Technologien der zuvor beschriebenen Dokumente des Stands der Technik auf gedruckte Leiterplatten anzuwenden, die tatsächlich als Produkte bereitgestellt werden, müssen diese deshalb von Anfang an neu ausgelegt bzw. entwickelt werden.

Die vorliegende Erfindung geht von dem zuvor beschriebenen Gesichtspunkt aus. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, eine laminierte, gedruckte Leiterplatte bereitzustellen, die die Spannung zwischen einer Spannungsversorgung und einer Erde daran hindert bzw. unterdrückt, Schwankungen auszuführen, und wirksam die Abstrahlung einer unerwünschten, elektromagnetischen Welle unterdrückt, ohne daß eine weitgehende bzw. aufwendige Modifizierung eines Schaltungslayouts einer herkömmlichen, gedruckten Leiterplatte ausgeführt werden muß.

Diese Aufgabe wird durch die gedruckte Leiterplatte gemäß Anspruch 1, 3, 4 oder 5 gelöst. Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine gedruckte Leiterplatte, die eine Metallschicht, eine dielektrische Schicht, eine Erdeschicht und eine Spannungsversorgungsschicht hat, wobei die Metallschicht und die dielektrische Schicht abwechselnd

laminiert sind, die Erdeschicht eine Referenzspannung zuführt, die Spannungsversorgungsschicht eine Versorgungsspannung zuführt bzw. liefert, die Erdeschicht und die Spannungsversorgungsschicht als innere Schichten angeordnet sind, und zumindest zwei bandförmige bzw. streifenförmige Ebenen bzw. Flächen oder Bänder, die am Rand bzw. im Randbereich von zumindest einer der zwei Oberflächen der Schichten der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind, eine Vielzahl von Durchgangslöchern, die dafür sorgen bzw. verursachen, daß die bandförmigen Ebenen mit der Erdeschicht und der Spannungsversorgungsschicht derart verbunden sind, daß die Spannungen der bandförmigen Ebenen gleich werden, und eine Vielzahl von Kondensatoren aufweist, die zwischen den bandförmigen Ebenen verbunden sind.

Eine Vielzahl von Kondensator/Widerstand-Reihenschaltungen kann zwischen den bandförmigen Ebenen angeordnet sein.

Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine gedruckte Leiterplatte, die eine Metallschicht, eine dielektrische Schicht, eine Erdeschicht und eine Spannungsversorgungsschicht hat, wobei die Metallschicht und die dielektrische Schicht abwechselnd laminiert sind, die Erdeschicht eine Referenzspannung zuführt, die Spannungsversorgungsschicht eine Versorgungsspannung zuführt, die Erdeschicht und die Spannungsversorgungsschicht als innere Schichten angeordnet sind, und eine Vielzahl von Leitern, die an einem Teil oder an dem gesamten Rand bzw. dem gesamten Randbereich von zumindest einer der beiden Oberflächen der Schichten der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind, eine Vielzahl von Durchgangslöchern bzw. Durchgangskontakten, die dafür sorgen, daß die Leiter alternierend mit der Erdeschicht und der Spannungsversorgungsschicht verbunden sind, und eine Vielzahl von Kondensatoren, die an der vorderen Oberfläche bzw. Fläche der Leitermuster angeordnet sind, zum Verbinden der benachbarten Muster der Leitermuster aufweist.

Ein dritter Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine gedruckte Leiterplatte, die eine Metallschicht, eine dielektrische Schicht, eine Erdeschicht und eine Spannungsversorgungsschicht hat, wobei die Metallschicht und die dielektrische Schicht alternierend laminiert sind, die Erdeschicht eine Referenzspannung zuführt, die Spannungsversorgungsschicht eine Spannungsversorgung zuführt, die Erdeschicht und die Spannungsversorgungsschicht als innere Schichten angeordnet sind, und eine Vielzahl von Leitern, die an einem Teil oder an dem gesamten Rand von zumindest einer der zwei Oberflächen der Schichten der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind, eine Vielzahl von Durchgangslöchern, die dafür sorgen, daß die Leiter alternierend mit der Erdeschicht und der Spannungsversorgungsschicht verbunden sind, und eine Vielzahl von Kondensator/Widerstand-Reihenschaltungen, die an der vorderen Oberfläche der Leitermuster angeordnet sind, zum Verbinden benachbarter Muster der Leitermuster aufweist.

Ein vierter Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine gedruckte Leiterplatte, die eine Metallschicht, eine dielektrische Schicht, eine Erdeschicht und eine Spannungsversorgungsschicht hat, wobei die Metallschicht und die dielektrische Schicht alternierend laminiert bzw. geschichtet sind, die Erdeschicht eine Referenzspannung zuführt, die Spannungsversorgungsschicht eine Versorgungsspannung zuführt, die Erdeschicht und die Spannungsversorgungsschicht als innere Schichten angeordnet sind, und eine Vielzahl von Paaren von Pads, Flächen bzw. Anschlußflächen oder Kontaktierungsflecken, die mit der Spannungsversorgungsschicht und der Erdeschicht durch Durchgangslöcher an dem Rand der vorderen Oberfläche der gedruckten Leiterplatte oder an dem Rand der Spannungsversorgungsschicht

schicht verbunden sind, und eine Vielzahl von Widerstand/Kondensator-Reihenschaltungen aufweist, die zwischen jedem Paar von Pads oder Flächen angeordnet sind, worin der Wert des Widerstands derart gesetzt ist, daß der Wert der parallelen Widerstände an jeder Seite der gedruckten Leiterplatte gleich dem charakteristischen Impedanzwert ist, wenn angenommen wird, daß die Spannungsversorgungsschicht und die Erdeschicht als parallele Plattenleitungen behandelt werden, wobei die relevanten Seiten abgeschlossen sind.

Gemäß einer laminierten gedruckten Leiterplatte der vorliegenden Erfindung sind somit an jedem Abschnitt der Leiterplatte, wo die Spannung zwischen einer Erdeschicht und einer Spannungsversorgungsschicht ein Maximum wird, eine Auskoppelschaltung bzw. Entkoppelschaltung, die die Resonanzfrequenz steuert bzw. kontrolliert, und eine Schaltung angeordnet, die einen elektrischen Verlust hat. Eine unerwünschte, elektromagnetische Welle kann somit wirksam unterdrückt werden, ohne daß eine aufwendige Modifikation der Struktur einer herkömmlichen gedruckten Leiterplatte und des Layouts der darauf befindlichen Schaltungen ausgeführt werden muß.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen. Weitere Vorteile, vorteilhafte Weiterbildungen und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung sind aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit den Zeichnungen ersichtlich. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Explosionsansicht, die die Struktur einer laminierten, gedruckten Leiterplatte gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie A-A_x, die in der **Fig. 1** gezeigt ist, verläuft;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht, die die Struktur einer herkömmlichen laminierten, gedruckten Leiterplatte zeigt;

Fig. 4 ein äquivalentes Schaltungsdiagramm, das ein Spannungsversorgungssystem zeigt, das aus einer Spannungsversorgungsebene und einer Erdebene der herkömmlichen laminierten, gedruckten Leiterplatte zusammengesetzt ist, die in der **Fig. 3** gezeigt ist;

Fig. 5 einen Graphen, der einen Frequenzverlauf der Impedanz einer Entkoppelschaltung zeigt;

Fig. 6 einen Graphen, der einen Abstrahlverlauf einer unerwünschten, elektromagnetischen Welle, die von der gedruckten Leiterplatte gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung abgestrahlt wird, zeigt;

Fig. 7 eine perspektivische Explosionsansicht, die die Struktur einer laminierten, gedruckten Leiterplatte gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 8 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie A-A_x verläuft, die in der **Fig. 7** gezeigt ist;

Fig. 9 einen Graphen, der einen Abstrahlverlauf einer unerwünschten elektromagnetischen Welle zeigt, die von der gedruckten Leiterplatte gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung abgestrahlt wird;

Fig. 10 eine perspektivische Explosionsansicht, die die Struktur einer laminierten, gedruckten Leiterplatte gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 11 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie A-A_x verläuft, die in der **Fig. 10** gezeigt ist;

Fig. 12 eine perspektivische Explosionsansicht, die die Struktur der laminierten, gedruckten Leiterplatte gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 13 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie A-A_x verläuft, die in der **Fig. 12** gezeigt ist;

Fig. 14 eine perspektivische Explosionsansicht, die die Struktur einer laminierten, gedruckten Leiterplatte gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 15 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie A-A_x verläuft, die in der **Fig. 14** gezeigt ist;

Fig. 16 ein äquivalentes Schaltungsdiagramm, das die Theorie gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 17 eine perspektivische Ansicht, die die Struktur der laminierten, gedruckten Leiterplatte gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 18 einen Graphen, der die Unterdrückungswirkung für eine unerwünschte, elektromagnetische Welle gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 19 eine perspektivische Ansicht, die die Struktur einer laminierten, gedruckten Leiterplatte gemäß einer Modifikation der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 20 ein schematisches Diagramm zum Erläutern einer gedruckten Leiterplatte in Zusammenhang mit der Unterdrückung der Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle gemäß einem Dokument des Stands der Technik;

Fig. 21 eine Querschnittsansicht, die entlang der Linie A-A_x verläuft, die in der **Fig. 20** gezeigt ist;

Fig. 22 eine Schnittansicht, die die Struktur einer weiteren gedruckten Leiterplatte im Zusammenhang mit der Abstrahlungsunterdrückung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle gemäß einem weiteren Dokument des Stands der Technik zeigt;

Fig. 23 eine Explosions-Schnittansicht, die die Struktur einer weiteren gedruckten Leiterplatte im Zusammenhang mit der Unterdrückung der Abstrahlung einer unerwünschten, elektromagnetischen Welle gemäß einem weiteren Dokument des Stands der Technik zeigt;

Fig. 24A eine Seitenansicht, die die Struktur einer gedruckten Leiterplatte im Zusammenhang mit der Unterdrückung der Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle gemäß einem weiteren Dokument des Stands der Technik zeigt;

Fig. 24B eine Aufsicht auf die **Fig. 24A**;

Fig. 25 eine teilweise Schnittansicht, die die Struktur einer weiteren gedruckten Leiterplatte im Zusammenhang mit der Unterdrückung der Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle gemäß einem weiteren Dokument des Stands der Technik zeigt; und

Fig. 26 eine vertikale Schnittansicht, die die Struktur einer gedruckten Leiterplatte im Zusammenhang mit der Unterdrückung der Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle gemäß einem weiteren Dokument des Stands der Technik zeigt.

Als nächstes werden mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die **Fig. 1** und **2** zeigen die Struktur einer laminierten, gedruckten Leiterplatte **1** gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die **Fig. 1** ist eine perspektivische Explosionsansicht, die die Struktur der einzelnen Schichten der gedruckten Leiterplatte **1** zeigt. Die **Fig. 2** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A_x, die in der **Fig. 1** gezeigt ist.

Die gedruckte Leiterplatte **1** hat vier Metallschichten, auf denen Schaltungsmuster durch ein elektrolytisches Galvanisierungsverfahren ausgebildet sind. Jede Schicht ist durch einen Isolator (nicht gezeigt) separiert, der zum Beispiel aus Glasepoxyd bzw. Epoxydglas oder Papierphenol bzw. Phenolpapier aufgebaut ist. Die vier Schichten der gedruckten Leiterplatte **1** werden als eine erste Schicht, eine zweite

Schicht, eine dritte Schicht und eine vierte Schicht bezeichnet, die hintereinander folgend von ihrer Oberseite aus angeordnet sind. Die erste Schicht und die vierte Schicht werden als Signalverdrahtungsschichten 4a und 4b zum Verdrahten von Signalleitungen verwendet. Die zweite Schicht ist eine geerdete Schicht 2. Die dritte Schicht ist eine Spannungsversorgungsschicht 3. Sogenannte feste Muster sind auf den gesamten Oberflächen der Erdeschicht 2 und der Spannungsversorgungsschicht 3 ausgebildet.

Die erste Schicht 4a, die die obere Schicht ist, hat zwei Muster 5 und 6, die bandförmige oder streifenförmige Ebenen bzw. Flächen an der Peripherie bzw. im Randbereich der gedruckten Leiterplatte ausbilden. Die Muster 5 und 6 sind mit der Spannungsversorgungsschicht 3 und der Erdeschicht 2 durch Durchgangslöcher 7 verbunden, die in vorgegebenen Abständen ausgebildet sind. Das Muster, das mit der Spannungsversorgungsschicht 3 verbunden ist, wird als Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 6 bezeichnet. Das Muster, das mit der Erdeschicht verbunden ist, wird als Oberschicht-Erdemuster 5 bezeichnet. Kondensatoren 8 sind in vorgegebenen Abständen zwischen dem Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 6 und dem Oberschicht-Erdemuster 5 in vorgegebenen Intervallen bzw. Abständen angeordnet. Die Abstände der Durchgangslöcher, die die inneren Muster der Spannungsversorgungsschicht 3 und der Erdeschicht 2 mit dem Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 6 bzw. dem Oberschicht-Erdemuster 5 verbinden, sind vorzugsweise so klein wie möglich. Der maximale Abstand von benachbarten Durchgangslöchern 7 ist vorzugsweise gleich oder kleiner als die Hälfte der Wellenlänge in der gedruckten Leiterplatte, wobei die Wellenlänge äquivalent zur oberen Grenzfrequenz in einem Frequenzbereich zum Unterdrücken der Abstrahlung bzw. Strahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle ist. Der Grund dafür liegt darin, daß, wenn angenommen wird, daß die Spannungsversorgungsschicht 3 und das Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 6 oder die Erdeschicht 2 und das Oberschicht-Erdemuster 5 als Übertragungsleitungen betrachtet werden, bei einer Frequenz, bei der der Abstand der benachbarten Durchgangslöcher der 1/2 Wellenlänge entspricht, eine Resonanz aufgrund eines Kurzschlusses an beiden Enden stattfindet. Eine unerwünschte elektromagnetische Welle mit hohem Wert sollte deshalb an der Abstrahlung gehindert werden. Wenn man annimmt, daß die Zielfrequenz bzw. Sollfrequenz in einem Bereich von 30 MHz bis 1000 MHz ist, wie durch das VCCI (Voluntary Control Council for Interference by Information Technology Equipment) definiert ist, und daß eine gedruckte Leiterplatte, die aus Glasepoxyd mit einer spezifischen induktiven Kapazität von ungefähr 5 verwendet wird, wird der maximale Abstand von Durchgangslöchern gleich oder kleiner als die Hälfte der Wellenlänge der gedruckten Leiterplatte an der oberen Grenzfrequenz von 1000 MHz. Der maximale Abstand wird somit ungefähr 67 mm oder weniger.

Ähnlich ist der Abstand jedes Kondensators 8, der zwischen dem Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 6 und dem Oberschicht-Erdemuster 5 angeordnet ist, vorzugsweise gleich oder kleiner als die Hälfte der Wellenlänge in der gedruckten Leiterplatte, wobei die Wellenlänge äquivalent zur oberen Grenzfrequenz in dem Frequenzbereich ist, so daß eine Abstrahlung bzw. Strahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle unterdrückt wird.

Als nächstes wird mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen ein Mechanismus bzw. ein Verfahren zum Unterdrücken der Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle in der gedruckten Leiterplatte gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Die Fig. 3 zeigt die Struktur einer herkömmlichen gedruckten Leiterplatte 11. Wie zuvor beschrieben wurde, schwankt, wenn ein Schaltbetrieb in der gedruckten Leiterplatte ausgeführt wird, der bzw. die eine Hauptstrahlungsquelle ist, die Versorgungsspannung zwischen einer Spannungsversorgungsschicht und einer Erdeschicht. In der herkömmlichen gedruckten Leiterplatte 11, die in der Fig. 3 gezeigt ist, kann ein Spannungsversorgungssystem, das aus einer Spannungsversorgungsschicht 13 und einer Erdeschicht 12 besteht, als eine äquivalente Schaltung ausgedrückt werden, die in der Fig. 4 gezeigt ist, und zwar derart, daß eine Entkopplerschaltung 14 den parallelen Plattenleitungen 20, die aus der Spannungsversorgungsschicht 13 und Erdeschicht 12 bestehen, hinzugefügt ist. Die Entkopplerschaltung 14 entspricht einem Entkoppelkondensator 15, der in der Nachbarschaft einer Schaltvorrichtung, zum Beispiel eines IC 18 oder eines Oszillators 19, angeordnet ist. Die Entkopplerschaltung 14 kann als eine Reihenschaltung betrachtet werden, die aus einer Kapazität 16 eines Kondensators und einer parasitären Induktivitätskomponente 17 zusammengesetzt ist, die in der Kapazität 15, einem Durchgangslöcher, einer Fläche und ähnlichem enthalten ist.

Im Falle, daß die Auskopplerschaltung 14 alleine als Kapazitätskomponente 16 arbeitet, wenn ein Kondensator mit ausreichender Kapazität ausgewählt wird, kann ein Schwanke der Versorgungsspannung unterdrückt werden. In einer realen Entkopplerschaltung existiert jedoch die parasitäre Induktivitätskomponente 17 und diese kann nicht entfernt werden. Die Fig. 5 zeigt einen Frequenzgang der Impedanz einer Entkopplerschaltung, die Kondensatoren mit unterschiedlichen Kapazitätswerten und mit einer parasitären Induktivität von 30 nH (vergleiche "Technischer Bericht bezüglich praktischer Unterdrückung von Rauschen (übersetzter Titel)", geschrieben von H. W. OTT, überwacht durch Deguchi, Jatech Shuppan, Seite 313) hat. In einem Frequenzband, das höher als eine Resonanzfrequenz ist, wird die Impedanz an beiden Enden der Entkopplerschaltung aufgrund des Einflusses der parasitären Induktivität hoch.

In der äquivalenten Schaltung, die in der Fig. 4 gezeigt ist, breitet sich die Schwankung der Versorgungsspannung aufgrund eines Schaltbetriebs eines IC als eine Welle auf den parallelen Plattenleitungen aus. Die Welle wird an jedem Ende als eine offene Schaltung reflektiert. Die reflektierte Welle wird auch an dem anderen Ende reflektiert. Die vielfachen Reflexionen verursachen, daß die parallelen Plattenleitungen 20 bei einer vorgegebenen Frequenz in Resonanz schwingen. Die Resonanz ergibt die Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle bei einem hohen Wert. Die Resonanzfrequenz hängt von einer charakteristischen Impedanz ab. Die charakteristische Impedanz hängt von der Konstanten der Entkopplerschaltung 14 und der Größe und Struktur der Übertragungsleitung ab. Es wird angenommen, daß, wie in der Fig. 3 gezeigt ist, jede der vier Schichten von 100 (W) mm x 160 (L) mm einen Oszillator und einen IC hat, von denen jeder mit einem 0.1 W Entkoppelkondensator oder -widerstand verbunden ist. An diesem Punkt schwingt eine unerwünschte elektromagnetische Welle, die von dem Spannungsversorgungssystem abgestrahlt wird, das aus der Spannungsversorgungsschicht und der Erdeschicht besteht, bei Resonanz von ungefähr 170 MHz und 480 MHz, wie durch die Spitzen der gestrichelten Kurve, die in der Fig. 6 gezeigt ist, angegeben ist. In diesem Frequenzband hängt der Resonanzverlauf des Spannungsversorgungssystems von der Induktivitätskomponente der Entkopplerschaltung ab. Wenn die Induktivitätskomponente vermindert wird, wird die Impedanz zwischen der Spannungsversorgungsschicht und der Erdeschicht vermindert. Somit kann eine unerwünschte elektromagnetische

Welle, die von dem Spannungsversorgungssystem abgestrahlt wird, unterdrückt werden.

Die parasitäre Induktivität der Entkoppelschaltung kann mit der gleichen Entkoppelschaltung, die dazu parallel verbunden ist, abgesenkt werden. Wenn n Entkoppelschaltungen mit der parasitären Induktivität L jeweils parallel verbunden sind, kann die gesamte Induktivität auf L/n vermindert werden. Anders ausgedrückt, kann die parasitäre Induktivität abgesenkt werden, indem die Spannungsversorgungsschicht und die Erdschicht mit einer Vielzahl von Durchgangslöchern und Kondensatoren wie bei der gedruckten Leiterplatte 1, die in der Fig. 1 gezeigt ist, verbunden werden. Wenn diese Struktur an Endabschnitten der gedruckten Leiterplatte ausgebildet wird, wo die Endabschnitte als offene Enden behandelt werden, und zwar unter der Annahme, daß die Spannungsversorgungsschicht und die Erdschicht parallele Plattenleitungen bzw. Flächenleitungen sind, kann ein bemerkenswerter Effekt erhalten werden.

In der gedruckten Leiterplatte 1, die in der Fig. 1 gezeigt ist, sind an jedem ihrer Endabschnitte das Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 6 und das Oberschicht-Erdemuster 5 ausgebildet und mit der Spannungsversorgungsschicht 3 bzw. der Erdschicht 2 durch jeweils drei Durchgangslöcher verbunden. Eine Abstrahlcharakteristik einer unerwünschten elektromagnetischen Welle, wobei beide der Muster mit drei 0,1 W Kondensatoren verbunden sind, wird durch die ausgezogene Kurve angegeben, die in der Fig. 6 gezeigt ist. Diese Kurve ist eine Abstrahlcharakteristik einer unerwünschten elektromagnetischen Welle, die von der gedruckten Leiterplatte aufgrund von Vielfachreflexionen abgestrahlt wird. Insbesondere bei Frequenzen von 170 MHz und 480 MHz kann die Abstrahlung der unerwünschten elektromagnetischen Wellen bemerkenswert vermindert bzw. unterdrückt werden.

Wie zuvor beschrieben wurde, sollten, um die Hochfrequenzimpedanz zwischen der Spannungsversorgungsschicht 3 und der Erdschicht 2 zu vermindern, jeder Kondensator 8 und jedes Durchgangsloch 7, das die Erdschicht 2 und die Spannungsversorgungsschicht 3 mit dem Oberschicht-Erdemuster 5 bzw. dem Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 6 verbindet, benachbart innerhalb eines Minimalabstandes derart angeordnet sein, daß der Einfluß der parasitären Induktivität minimiert wird.

Die Fig. 7 und 8 zeigen die Struktur einer laminierten, gedruckten Leiterplatte 21 gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Fig. 7 ist eine perspektivische Explosionsansicht, die die gedruckte Leiterplatte 21 zeigt. Die Fig. 8 ist eine Schnittansicht entlang der Linie A-A', die in der Fig. 7 gezeigt ist.

Die gedruckte Leiterplatte 21 hat vier Metallschichten, auf denen Schaltungsmuster durch elektrolytisches Galvanisieren ausgebildet sind. Jede Schicht wird durch einen Isolator separiert, der zum Beispiel aus Glasepoxyd oder Papierphenol zusammengesetzt ist. Die vier Schichten der gedruckten Leiterplatte 21 werden als erste Schicht, zweite Schicht, dritte Schicht und vierte Schicht bezeichnet, die hintereinander folgend von der Oberseite davon angeordnet sind. Die erste Schicht und die vierte Schicht werden als Signalverdrahtungsschichten 24 zum Verdrahten von Signalleitungen verwendet. Die zweite Schicht ist eine Erdschicht 22. Die dritte Schicht ist eine Spannungsversorgungsschicht 23. Die sogenannten festen Muster sind an den gesamten Oberflächen der Erdschicht 22 und der Spannungsversorgungsschicht 23 ausgebildet.

Am Rand der gedruckten Leiterplatte sind ein Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 26 und ein Oberschicht-Erdemuster 25 ausgebildet, die bandförmige bzw. streifenförmige Ebenen oder Muster bilden, welche mit der

Spannungsversorgungsschicht 23 und der Erdschicht 22 durch eine Vielzahl von Durchgangslöchern 27 verbunden sind. Eine Vielzahl von Reihenschaltungen aus einem Kondensator 28 und einem Widerstand 29 sind in vorgegebenen Abständen zwischen dem Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 26 und dem Oberschicht-Erdemuster 25 angeordnet. Der Kondensator 28 und der Widerstand 29 sind durch eine Fläche 30 bzw. einen Kontaktfleck oder ein Muster eine Fläche 30 verbunden, die zwischen dem Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 26 und dem Oberschicht-Erdemuster 25 angeordnet ist.

Die Intervalle oder Abstände der Durchgangslöcher, die die inneren Muster der Spannungsversorgungsschicht 23 und der Erdschicht 22 und das Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 26 und das Oberschicht-Erdemuster 25 verbinden, sind vorzugsweise so klein wie möglich. Der maximale Abstand von benachbarten Durchgangslöchern 7 ist vorzugsweise gleich oder kleiner als die Hälfte der Wellenlänge in der gedruckten Leiterplatte, wobei die Wellenlänge äquivalent zu der oberen Grenzfrequenz in einem Frequenzbereich zum Unterdrücken einer unerwünschten elektromagnetischen Welle bezüglich Abstrahlung ist. Ähnlich ist das Intervall bzw. der Abstand des Kondensators 28 und des Widerstands 29, die zwischen dem Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 26 und Oberschicht-Erdemuster 25 angeordnet sind, vorzugsweise gleich oder kleiner als die Hälfte der Wellenlänge in der gedruckten Leiterplatte, wobei die Wellenlänge äquivalent zu der oberen Grenzfrequenz in diesem Frequenzbereich ist, so daß die Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle verhindert bzw. unterdrückt wird.

Als nächstes wird ein Verfahren zum Unterdrücken der Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle in der gedruckten Leiterplatte gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Wie zuvor beschrieben wurde (vergleiche Fig. 4), wird, da die parallelen Plattenleitungen wie die Spannungsversorgungsschicht und die Erdschicht in Resonanz schwingen, eine elektromagnetische Welle mit hohem Wert aufgrund der Schwankung der Versorgungsspannung der laminierten, gedruckten Leiterplatte abgestrahlt. Um eine Abstrahlung der unerwünschten elektromagnetischen Welle mit hohem Wert zu unterdrücken, sollte somit mit Widerständen, die an den Leitungen 20 angeordnet sind, die Resonanz Q abgesenkt werden. Die Widerstände sind vorzugsweise an Endabschnitten als offene Schaltungen der Leitungen angeordnet. Eine durchgezogene Kurve, die in der Fig. 9 dargestellt ist, gibt einen Abstrahlverlauf einer unerwünschten elektromagnetischen Welle in dem Fall wieder, daß ein Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster und ein Oberschicht-Erdemuster an jedem Endabschnitt der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind und mit einer Spannungsversorgungsschicht bzw. einer Erdschicht durch jeweils drei Durchgangslöcher verbunden sind, und daß eine Reihenschaltung aus drei 0,1 m F Kondensatoren und einem 6 W Widerstand zwischen diesen Mustern angeordnet ist. Im Vergleich mit der Strahlung (durch gestrichelte Kurve, die in der Fig. 9 gezeigt ist, angegeben) der herkömmlichen gedruckten Leiterplatte wird eine unerwünschte elektromagnetische Welle in den meisten Frequenzbändern unterdrückt, die von 30 MHz bis 800 MHz reichen. Da die Reihenschaltung aus dem Widerstand und den Kondensatoren an jedem Endabschnitt der gedruckten Leiterplatte angeordnet ist, wird ein Gleichstrom daran gehindert, zwischen der Spannungsversorgungsschicht und der Erdschicht zu fließen.

Wie zuvor beschrieben wurde, sollte, um die hohe Frequenzimpedanz zwischen der Spannungsversorgungsschicht

schicht 23 und der Erdschicht 22 abzusenken, jede Schaltung aus dem Kondensator 28 und dem Widerstand 29 und jedes Durchgangsloch 27, das die Erdschicht 22 und die Spannungsversorgungsschicht 23 mit der Oberschicht-Erdemuster 25 und dem Oberschicht-Spannungsversorgungsmuster 26 verbindet, benachbart mit dem minimalen Abstand angeordnet werden, damit der Einfluß parasitären Induktivität minimiert werden kann.

Die Fig. 10 und 11 zeigen die Struktur einer laminierten, gedruckten Leiterplatte 31 gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Fig. 10 ist eine perspektivische Explosionsansicht der gedruckten Leiterplatte 31. Die Fig. 11 ist eine Schnittansicht entlang der Linie A-A', die in der Fig. 10 gezeigt ist.

Die gedruckte Leiterplatte 31 hat vier Metallschichten, auf denen Schaltungsmuster durch ein elektrolytisches Galvanisierungsverfahren ausgebildet sind. Jede Schicht wird durch einen Isolator getrennt, der zum Beispiel aus einem Glasepoxyd oder einem Papierphenol besteht. Die vier Schichten der gedruckten Leiterplatte 31 werden als erste Schicht, zweite Schicht, dritte Schicht und vierte Schicht bezeichnet, die hintereinander folgend von ihrer Oberseite her angeordnet sind. Die erste Schicht und die vierte Schicht werden als Signalverdrahtungsschichten 34 der Verdrahtungssignalleitungen verwendet. Die zweite Schicht ist eine Erdschicht 32. Die dritte Schicht ist eine Spannungsversorgungsschicht 33. Sogenannte feste Muster sind an den gesamten Oberflächen der Erdschicht 32 und der Spannungsversorgungsschicht 33 ausgebildet.

An der ersten Schicht 34a als der obersten Schicht sind eine Vielzahl von Leitern 35a und eine Vielzahl von Leitern 35b alternierend an gegenüberliegenden Endabschnitten der gedruckten Leiterplatte 31 ausgebildet. Die Leitern 35a sind mit der Spannungsversorgungsschicht 33 durch Durchgangslöcher 36 verbunden. Die Leitern 35b sind mit der Erdschicht 32 durch die Durchgangslöcher 36 bzw. Durchgangskontaktierungen oder Kontakte verbunden. Die benachbarten Leitern 35a und 35b sind in Hochfrequenz-Durchgangskondensatoren 37 (through capacitors) verbunden.

Gemäß der Theorie zum Unterdrücken einer Abstrahlung von ungewünschten elektromagnetischen Wellen in einem Spannungsversorgungssystem der gedruckten Leiterplatte 31 sind eine Vielzahl von Leitern 35a, die mit der Spannungsversorgungsschicht 33 und der Erdschicht 32 verbunden sind, ausgebildet. Die Leitern 35a sind mit den Kondensatoren 37 verbunden. Die parasitäre Induktivität kann somit abgesenkt werden. Folglich sollte, um die parasitäre Induktivität zu vermindern, jeder Kondensator 37 und jedes Durchgangsloch 36, die die Leitern 35a und 35b und die Spannungsversorgungsschicht 33 und die Erdschicht 32 verbinden, benachbart angeordnet sein.

Die Fig. 12 und 13 zeigen die Struktur der laminierten gedruckten Leiterplatte 41 gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Fig. 12 ist eine perspektivische Explosionsansicht der gedruckten Leiterplatte 41. Die Fig. 13 ist eine Schnittansicht, die entlang der Linie A-A' verläuft, die in der Fig. 12 gezeigt ist.

Die gedruckte Leiterplatte 41 hat vier Metallschichten, auf denen Schaltungsmuster durch elektrolytische Galvanisierung ausgebildet sind. Jede Schicht ist durch einen Isolator getrennt, der zum Beispiel aus Glasepoxyd oder Papierphenol zusammengesetzt ist. Die vier Schichten der gedruckten Leiterplatte 41 werden als erste Schicht, zweite Schicht, dritte Schicht und vierte Schicht bezeichnet, die hintereinander folgend von ihrer Oberseite aus angeordnet sind. Die erste Schicht und die vierte Schicht werden als Signalverdrahtungsschichten 44 zum Verdrahten von Signalleitungen ver-

wendet. Die zweite Schicht ist eine Erdschicht 42. Die dritte Schicht ist eine Spannungsversorgungsschicht 43. Die sogenannten festen Muster werden auf den gesamten Oberflächen der Erdschicht 42 und der Spannungsversorgungsschicht 43 ausgebildet.

Auf der ersten Schicht 44a als der Oberschicht bzw. obersten Schicht sind ein Leiternmuster 45a und ein Leiternmuster 45b alternierend an gegenüberliegenden Endabschnitten der gedruckten Leiterplatte 41 ausgebildet. Das Leiternmuster 45a ist mit der Spannungsversorgungsschicht 43 an einem Teil oder an dem gesamten Rand davon durch Durchgangslöcher 46 bzw. entsprechende Kontakte verbunden. Das Leiternmuster 45b ist mit der Erdschicht 42 an einem Teil oder dem gesamten Rand davon durch Durchgangslöcher 46 bzw. -kontakte verbunden. Die benachbarten Leiternmuster 45a und 45b sind hochfrequent durch eine Vielzahl von Reihenschaltungen aus jeweils einem Kondensator 47 und einem Widerstand 48 verbunden. Der Kondensator 47 und der Widerstand 48 sind durch eine Fläche 49 bzw. ein Pad verbunden.

Gemäß der Theorie der Unterdrückung der Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle in einem Spannungsversorgungssystem der gedruckten Leiterplatte 41 sind die Widerstände 48 zwischen dem Leiternmuster 45a, das mit der Spannungsversorgungsschicht 43 verbunden ist, und dem Leiternmuster 45b, das mit der Erdschicht 42 verbunden ist, durch die Kondensatoren 47 verbunden. Aufgrund des Verlustes der Widerstände 48 kann, wenn angenommen wird, daß die Spannungsversorgungsschicht und die Erdschicht als Übertragungsleitungen betrachtet bzw. behandelt werden, die Resonanz Q vermindert werden. Wenn eine Vielzahl von Leitern 45a und eine Vielzahl von Leitern 45b ausgebildet sind, kann die parasitäre Induktivität abgesenkt werden. Der Effekt der Unterdrückung der Abstrahlung einer unerwünschten elektromagnetischen Welle kann somit verbessert werden. Folglich sollten, um die parasitäre Induktivität abzusenken, jede Schaltung aus Kondensator 47 und Widerstand 48 und jedes Durchgangsloch 46, die die Leitern 45a und 45b und die Spannungsversorgungsschicht 43 und die Erdschicht 42 verbindet, benachbart angeordnet sein.

Die Fig. 14 und 15 zeigen die Struktur einer gedruckten Leiterplatte 51 gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Fig. 15 ist eine perspektivische Explosionsansicht der gedruckten Leiterplatte 51. Die Fig. 14 ist eine Schnittansicht entlang der Linie A-A', die in der Fig. 15 gezeigt ist.

Die gedruckte Leiterplatte 51 hat vier Metallschichten, auf denen Schaltungsmuster durch elektrolytische Galvanisierung ausgebildet sind. Jede Schicht wird mit einem Isolator getrennt, der zum Beispiel aus Glasepoxyd oder Papierphenol zusammengesetzt ist. Die vier Schichten der gedruckten Leiterplatte 51 werden als erste Schicht, zweite Schicht, dritte Schicht und vierte Schicht bezeichnet, die hintereinander folgend von der Oberseite davon angeordnet sind. Die erste Schicht und die vierte Schicht werden als Signalverdrahtungsschichten 54a und 54b zum Verdrahten von Signalleitungen verwendet. Die zweite Schicht ist eine Erdschicht 52. Die dritte Schicht ist eine Spannungsversorgungsschicht 53. Die sogenannten festen Muster sind auf den gesamten Oberflächen der Erdschicht 52 und der Spannungsversorgungsschicht 53 ausgebildet.

Auf der Signalverdrahtungsschicht 54a als oberster Schicht sind eine Vielzahl von Paaren von Flächen 58a und 58b an gegenüberliegenden Endabschnitten der gedruckten Leiterplatte 51 oder an Endabschnitten der Spannungsversorgungsschicht 53 angeordnet. Die Paare der Flächen 58a und 58b bzw. Pads sind mit der Spannungsversorgungs-

schicht 53 und der Erdeschicht 52 durch Durchgangslöcher bzw. Durchgangskontaktierungen verbunden. Eine Reihenschaltung aus einem Widerstand 56 und einem Kondensator 55 ist zwischen jedem Paar der Flächen 58a und 58b angeordnet. Der Widerstand 56 und der Kondensator 57 sind mit einer Fläche 58c verbunden, die zwischen dem Paar von Flächen 58a und 58b angeordnet ist. Der Widerstand des Widerstands 56 ist derart gesetzt, daß der Widerstandswert der parallelen Widerstände, die an einer Seite der gedruckten Leiterplatte 51 angeordnet sind, gleich der charakteristischen Impedanz ist, wenn angenommen wird, daß die Spannungsversorgungsschicht 53 und die Erdeschicht 52 als parallele Plattenleitungen behandelt werden.

Als nächstes wird ein Verfahren zum Unterdrücken der Abstrahlung einer elektromagnetischen Welle in der gedruckten Leiterplatte gemäß der fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Wie zuvor beschrieben wurde, kann in der herkömmlichen gedruckten Leiterplatte 11, die in der Fig. 3 gezeigt ist, ein Spannungsversorgungssystem, das aus einer Spannungsversorgungsschicht 13 und einer Erdeschicht 12 besteht, als eine äquivalente Schaltung, die in der Fig. 4 gezeigt ist, derart ausgedrückt werden, daß eine Entkoppelschaltung 14 dem parallelen Plattenleiter 20 hinzugefügt wird, die aus der Spannungsversorgungsschicht 13 und der Erdeschicht 12 bestehen. Wenn eine Resonanz zwischen den Leitungen stattfindet, strahlt das Spannungsversorgungssystem eine unerwünschte elektromagnetische Welle mit einem hohen Wert ab. Um die Resonanz zu unterdrücken, wie durch eine äquivalente Schaltung, die in der Fig. 16 gezeigt ist, ausgedrückt wird, werden die Leitungen mit einer Abschlußschaltung 62 mit einem Widerstand R abgeschlossen, der gleich der charakteristischen Impedanz Z_c der Leitungen sind, wenn angenommen wird, daß die Spannungsversorgungsschicht 53 und die Erdeschicht 52 als parallele Plattenleitungen 62 behandelt werden. Um zu verhindern, daß ein Gleichstrom zwischen der Spannungsversorgung und der Erde fließt, kann die Abschlußschaltung 62 aus einem Kondensator 63 und einem Widerstand 64 in Reihenschaltung zusammengesetzt sein.

Die Fig. 17 zeigt eine vierschichtige gedruckte Leiterplatte 71 mit einer Größe von 115 mm (W) \times 160 mm (L). Die Dicke zwischen einer Spannungsversorgungsschicht 73 und einer Erdeschicht 72 beträgt 1 mm. Die gedruckte Leiterplatte 71 hat einen Oszillator 74, einen IC 75 und einen Entkoppelkondensator 76. Die Fig. 18 zeigt eine Widerstandsabhängigkeit einer Abschlußschaltung gegenüber einem Strahlungsverlauf einer unerwünschten elektromagnetischen Welle, die von dem Spannungsversorgungssystem der gedruckten Leiterplatte 71 abgestrahlt wird. An jedem Endabschnitt der gedruckten Leiterplatte 71 sind drei Abschlußschaltungen 62 parallel zueinander angeordnet. Die Widerstandswerte der drei Abschlußschaltungen 62 sind 10 W (Parallelwiderstandswert: 3,3 W), 5 W (Parallelwiderstandswert: 1,7 W) und 1 W (Parallelwiderstandswert: 0,3 W). Der Kapazitätswert jedes Kondensators beträgt 0,1 nF. Unter der Annahme, daß die spezifische induktive Kapazität 4,8 beträgt, beträgt die charakteristische Impedanz der parallelen Plattenleitungen, die aus der Spannungsversorgungsschicht 73 und der Erdeschicht 72 bestehen, ungefähr 1,5 W. Die Abstrahlcharakteristik in dem Fall, daß eine Abschlußschaltung nicht angeordnet ist, wird durch die durchgezogene Kurve (a) die in der Fig. 18 gezeigt ist, angegeben. Die Abstrahlcharakteristik in dem Fall, daß eine Abschlußschaltung mit einem Widerstand von 10 W vorhanden ist, ist durch die Kurve (b), die in der Fig. 18 gezeigt ist, angegeben. Die Abstrahlcharakteristik in dem Fall, daß eine Abschlußschaltung mit einem Widerstand von 5 W vorhan-

den ist, ist durch die punkti-gestrichelte Kurve, die in der Fig. 18 gezeigt ist, angegeben. Die Abstrahlcharakteristik für den Fall, daß eine Abschlußschaltung mit einem Widerstand von 1 W vorhanden ist, ist durch die gestrichelte Kurve, die in der Fig. 18 gezeigt ist, angegeben. In den gesamten Frequenzbändern ist der Abstrahlpegel bzw. Abstrahlwert in dem Fall, daß eine Abschlußschaltung mit einem Widerstand von 5 W vorhanden ist, der nahe an der charakteristischen Impedanz Z_c der parallelen Plattenleitungen ist, am niedrigsten. Wenn eine Abschlußschaltung mit einem anderen Widerstand verwendet wird, sinkt der Abstrahlwert im Vergleich mit dem Fall ab, bei dem keine Abschlußschaltung verwendet wird. Bezüglich einer Optimierung sollte jedoch die Impedanz als Hauptfaktor angepaßt sein.

In einer solchen Struktur sind, um den Einfluß der parasitären Induktivität der Kondensatoren, Widerstände und Durchgangslöcher zu reduzieren, drei Abschlußschaltungen parallel zueinander an jedem Endabschnitt der gedruckten Leiterplatte angeordnet.

Da die drei Abschlußschaltungen parallel zueinander an jedem Endabschnitt der gedruckten Leiterplatte angeordnet sind, kann der Einfluß der parasitären Induktivität der Kondensatoren, Widerstände und Durchgangslöcher reduziert werden.

Wenn die Form der gedruckten Leiterplatte 81 fast quadratisch ist, wie in der Fig. 19 gezeigt ist, ist es erforderlich zwei Ausbreitungsrichtungen x und y der Radiowellen bzw. Funkwellen zu überlegen. In diesem Fall werden Abschlußschaltungen, die parallele Widerstandswerte haben, die gleich den charakteristischen Impedanzwerten Z_x und Z_y der parallelen Plattenleitungen in den Ausbreitungsrichtungen der Radiowellen sind, an den Endabschnitten in den Ausbreitungsrichtungen der Radiowellen angeordnet.

Wenn es eine Vielzahl von Spannungsversorgungsschichten zum Zuführen unterschiedlicher Spannungen zu Schaltungen gibt, werden die zuvor beschriebenen Abschlußschaltungen an jeder Spannungsversorgungsebene angeordnet.

Obwohl die vorliegende Erfindung bezüglich einer bevorzugten Ausführungsform gezeigt und beschrieben wurde, ist es für Fachleute verständlich, daß die zuvor erwähnten und verschiedene andere Änderungen, Weglassungen und Hinzufügungen hier durchgeführt werden können, ohne daß vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abgewichen wird.

Patentansprüche

1. Gedruckte Leiterplatte, die eine Metallschicht, eine dielektrische Schicht, eine Erdeschicht und eine Spannungsversorgungsschicht hat, wobei die Metallschicht und die dielektrische Schicht alternierend laminiert sind, wobei die Erdeschicht eine Referenzspannung zuführt, wobei die Spannungsversorgungsschicht eine Versorgungsspannung zuführt und wobei die Erdeschicht und die Spannungsversorgungsschicht als innere Schichten angeordnet sind, die aufweist: mindestens zwei bandförmige Ebenen, die an einem Rand von zumindest einer der zwei Oberflächen der Schichten der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind; eine Vielzahl von Durchgangslöchern, die dafür sorgen, daß jede der bandförmigen Ebenen mit der Erdeschicht und der Spannungsversorgungsschicht derart verbunden ist, daß die Spannungen der bandförmigen Ebenen gleich werden; und eine Vielzahl von Kondensatoren, die zwischen den bandförmigen Ebenen verbunden sind.

2. Gedruckte Leiterplatte nach Anspruch 1, worin eine Vielzahl von Kondensator/Widerstand-Reihenschaltungen zwischen den bandförmigen Ebenen angeordnet ist.

3. Gedruckte Leiterplatte, die eine Metallschicht, eine dielektrische Schicht, eine Erdeschicht und eine Spannungsversorgungsschicht hat, wobei die Metallschicht und die dielektrische Schicht alternierend laminiert sind, wobei die Erdeschicht eine Referenzspannung zuführt, wobei die Spannungsversorgungsschicht eine Versorgungsspannung zuführt und wobei die Erdeschicht und die Spannungsversorgungsschicht als innere Schichten ausgebildet sind, die aufweist: eine Vielzahl von Leiternmustern, die an einem Teil oder an dem gesamten Rand von zumindest einer der zwei Oberflächen der Schichten der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind;

eine Vielzahl von Durchgangslöchern, die dafür sorgen, daß die Leiternmuster alternierend mit der Erdeschicht und der Spannungsversorgungsschicht verbunden sind; und

eine Vielzahl von Kondensatoren, die an der vorderen Oberfläche der Leiternmuster angeordnet sind, zum Verbinden benachbarter Muster der Leiternmuster.

4. Gedruckte Leiterplatte, die eine Metallschicht, eine dielektrische Schicht, eine Erdeschicht und eine Spannungsversorgungsschicht hat, wobei die Metallschicht und die dielektrische Schicht alternierend laminiert sind, wobei die Erdeschicht eine Referenzspannung zuführt, wobei die Spannungsversorgungsschicht eine Versorgungsspannung zuführt und wobei die Erdeschicht und die Spannungsversorgungsschicht als innere Schichten ausgebildet sind, die aufweist:

eine Vielzahl von Leiternmustern, die an einem Teil oder an dem gesamten Rand von zumindest einer der zwei Oberflächen der Schichten der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind;

eine Vielzahl von Durchgangslöchern, die verursachen, daß die Leiternmuster alternierend mit der Erdeschicht bzw. der Spannungsversorgungsschicht verbunden sind; und

eine Vielzahl von Kondensator/Widerstand-Reihenschaltungen, die an der vorderen Oberfläche der Leiternmuster angeordnet sind, zum Verbinden benachbarter Muster mit den Leiternmustern.

5. Gedruckte Leiterplatte, die eine Metallschicht, eine dielektrische Schicht, eine Erdeschicht und eine Spannungsversorgungsschicht hat, wobei die Metallschicht und die dielektrische Schicht alternierend laminiert sind, wobei die Erdeschicht eine Referenzspannung zuführt, wobei die Spannungsversorgungsschicht eine Versorgungsspannung zuführt und wobei die Erdeschicht und die Spannungsversorgungsschicht als innere Schichten angeordnet sind, die aufweist:

eine Vielzahl von Paaren von Flächen, die mit der Spannungsversorgungsschicht und der Erdeschicht durch Durchgangslöcher an dem Rand der vorderen Oberfläche der gedruckten Leiterplatte oder an dem Rand der Spannungsversorgungsschicht verbunden sind; und

eine Vielzahl von Widerstand/Kondensator-Reihenschaltungen, die zwischen jedem Paar von diesen Flächen angeordnet sind, worin der Wert des Widerstands derart gesetzt ist, daß der Wert der parallelen Widerstände an jeder Seite der gedruckten Leiterplatte gleich dem charakteristischen Impedanzwert ist, wenn angenommen wird, daß die Spannungsversorgungsschicht und die Erdeschicht als parallele Plattenleitungen be-

handelt werden, wobei die relevanten Seiten abgeschlossen sind.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

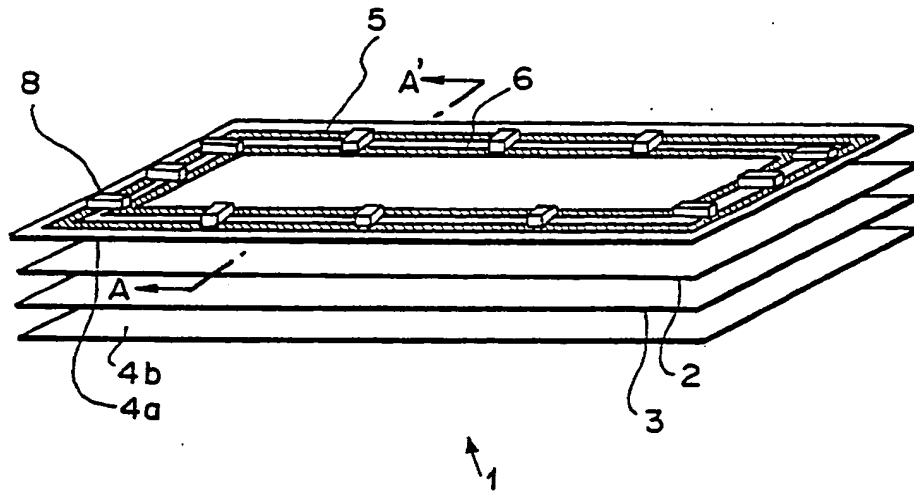


FIG. 2

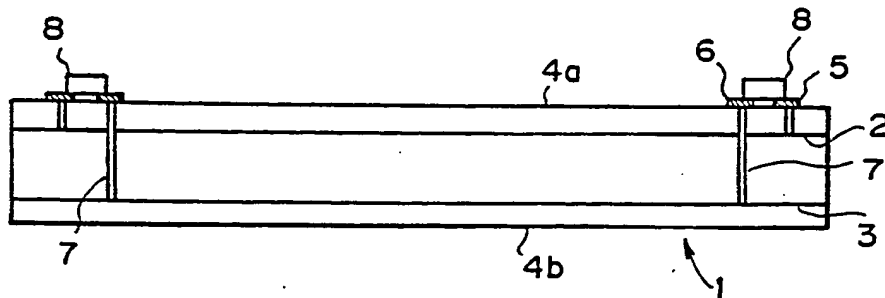


FIG. 3

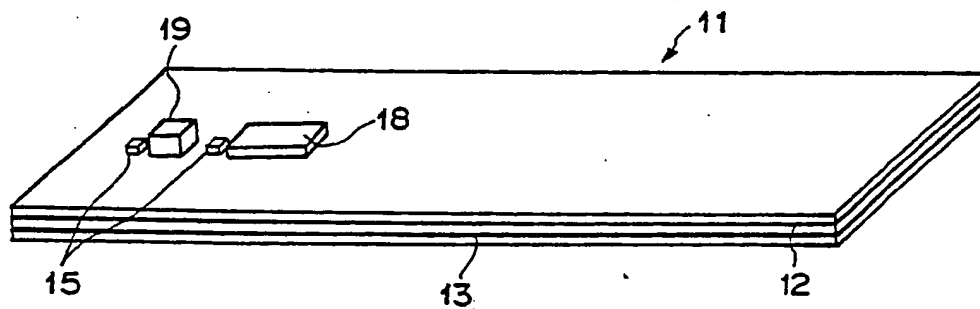


FIG. 4

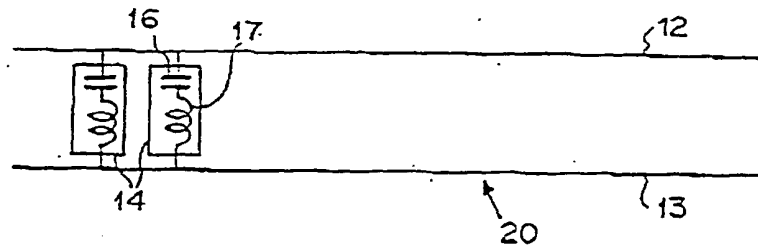


FIG. 5

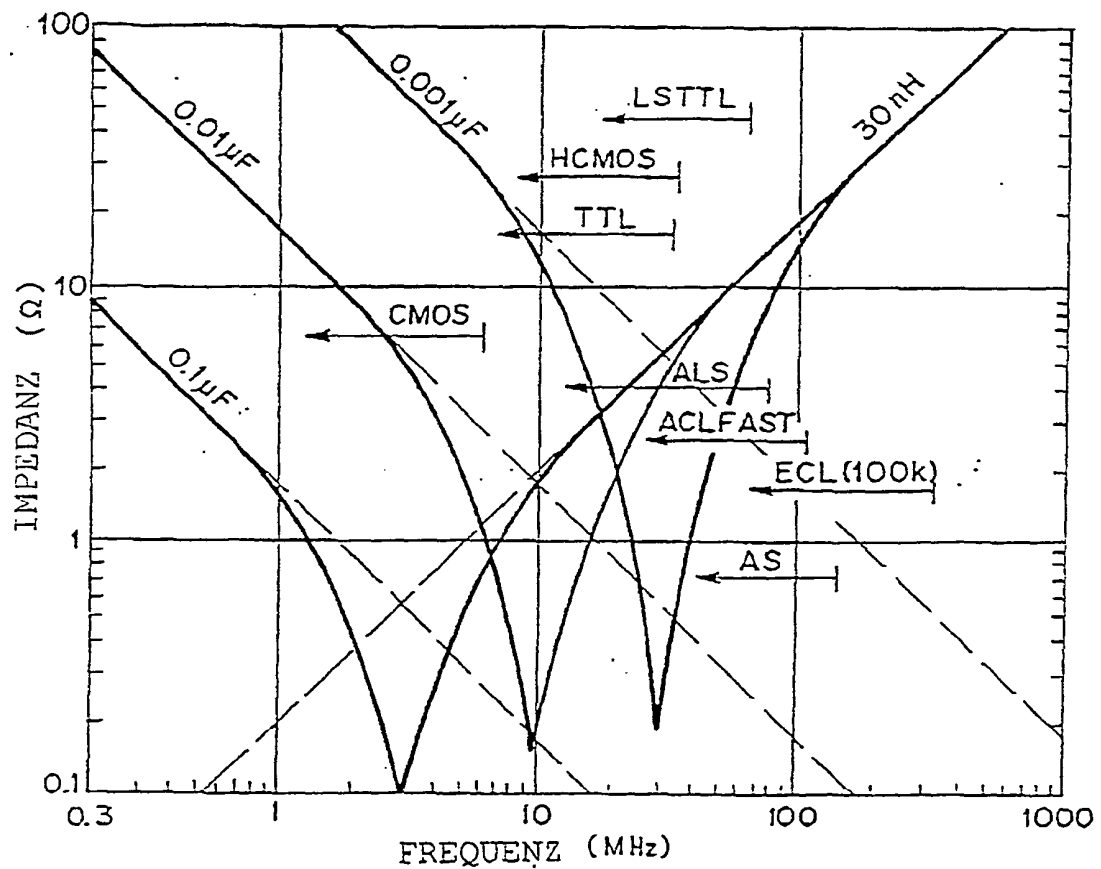


FIG. 6

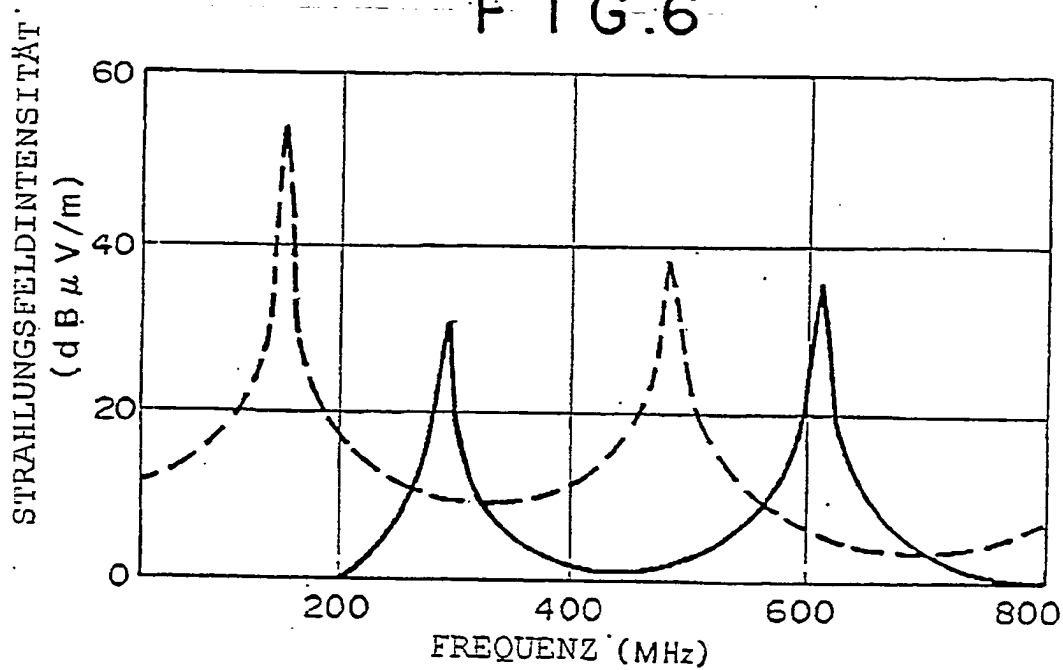


FIG. 7

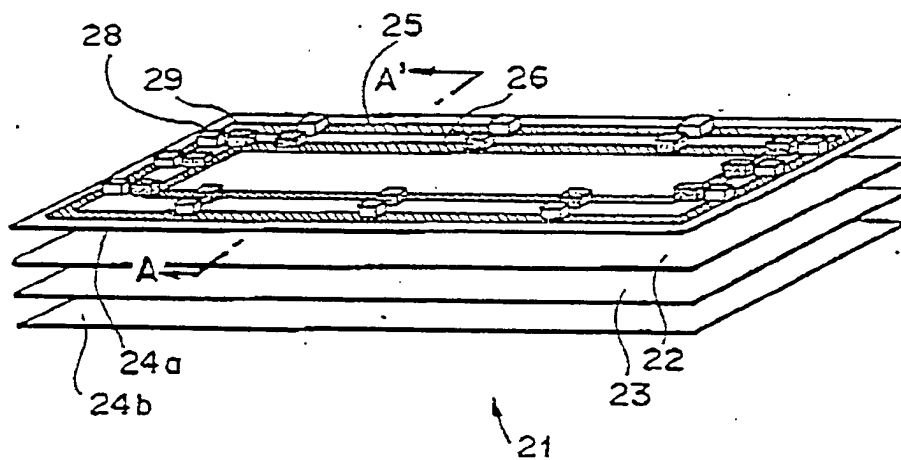


FIG. 8

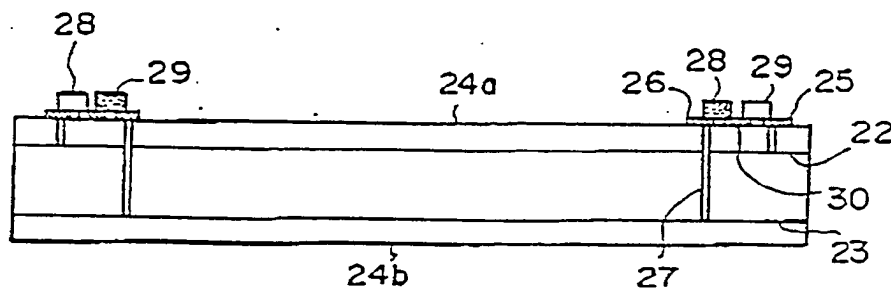


FIG. 9

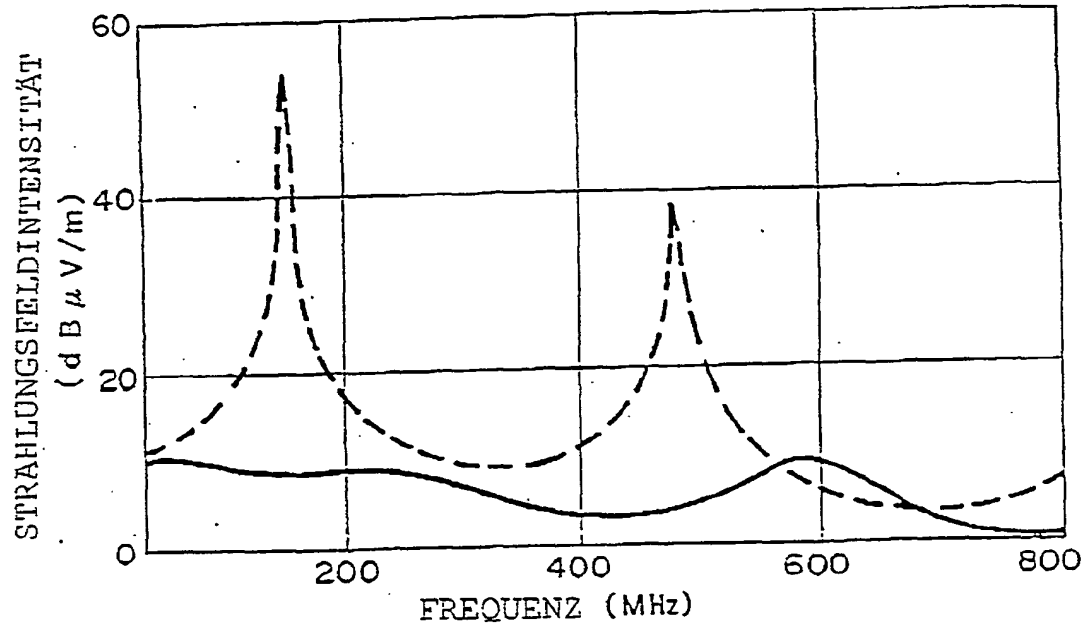


FIG. 10

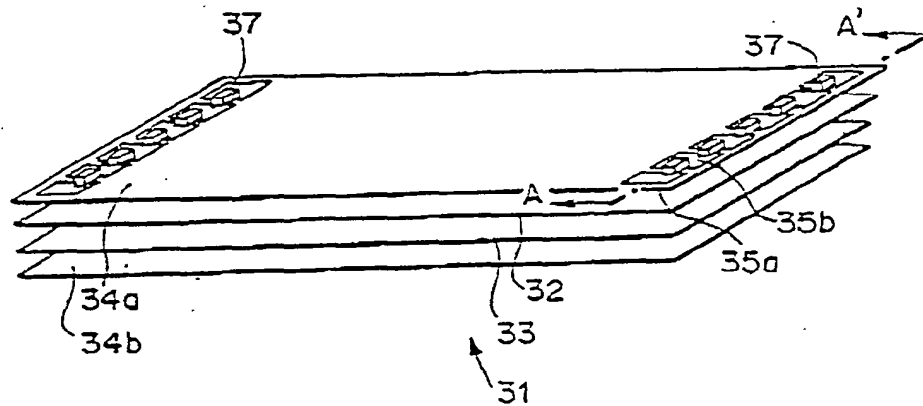
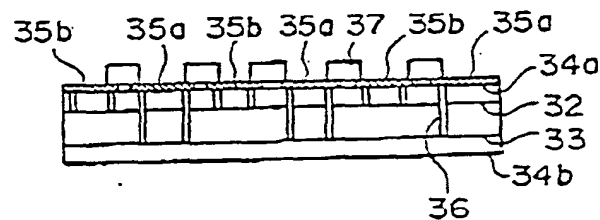
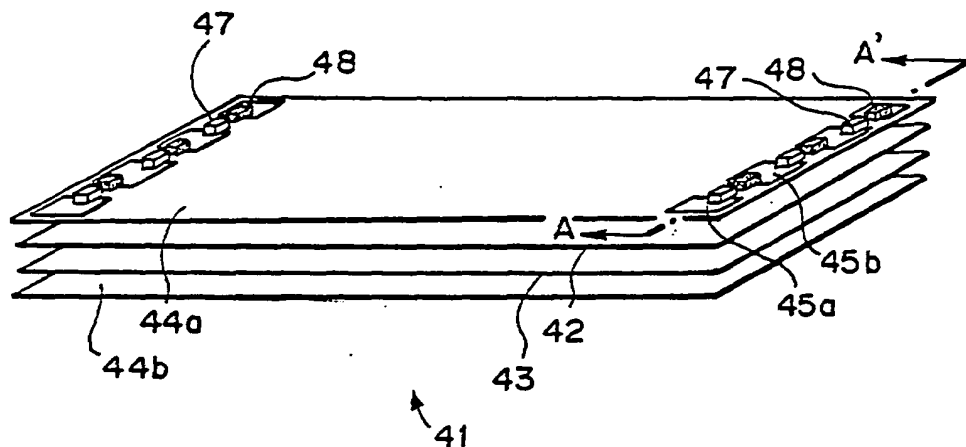


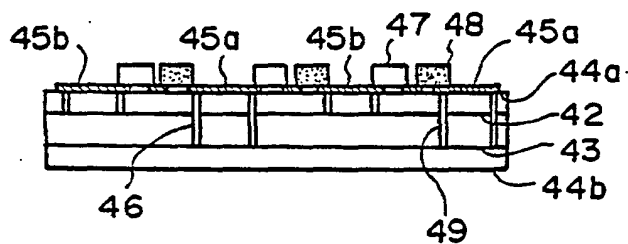
FIG. 11



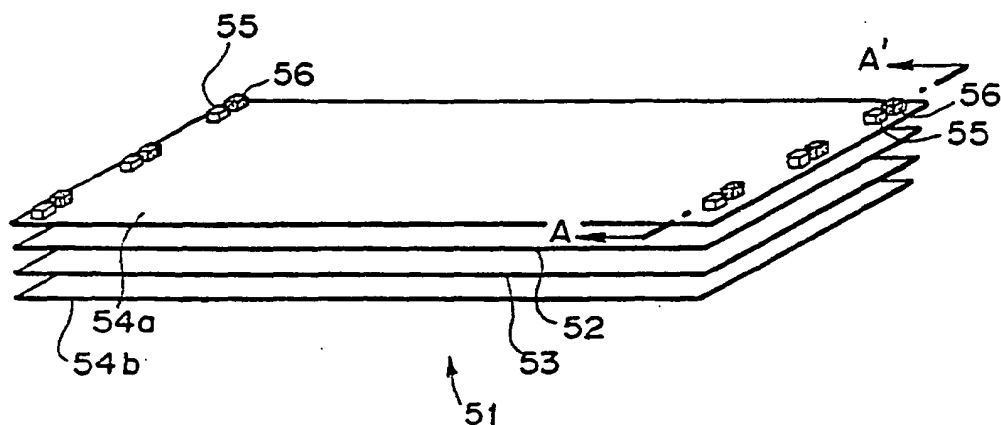
F I G . 1 2



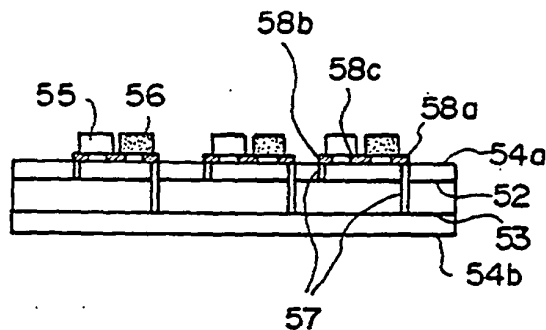
F I G . 1 3



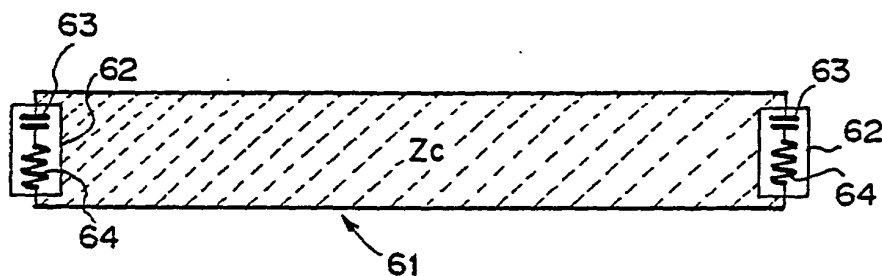
F I G . 1 4



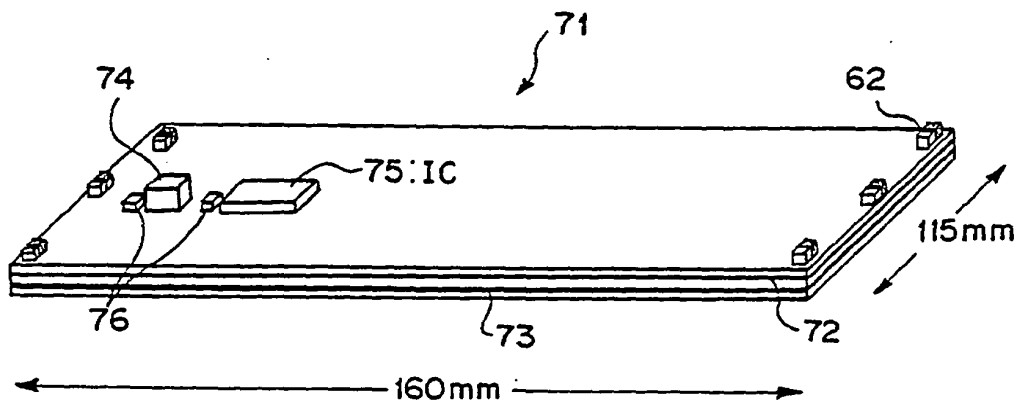
F I G.15



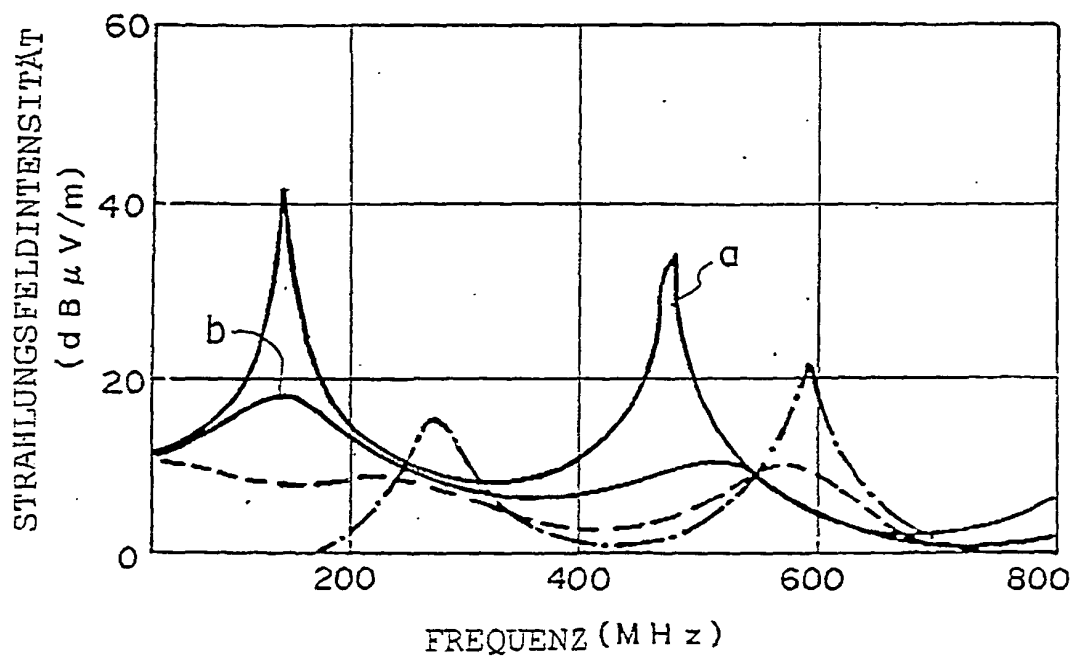
F I G.16



F I G.17



F I G.18



F I G.19

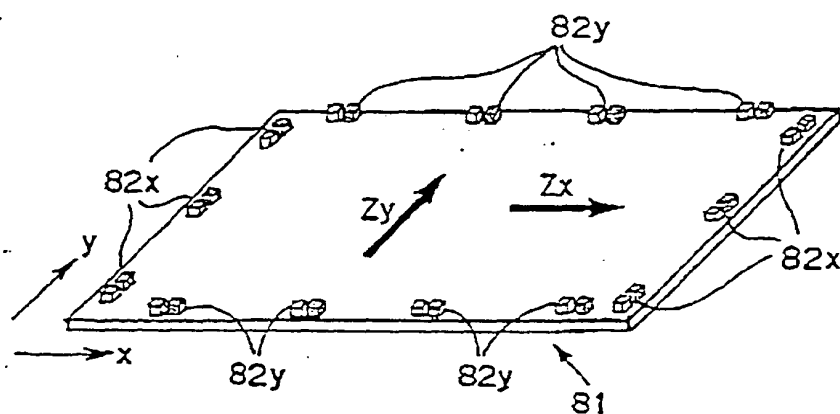


FIG. 20

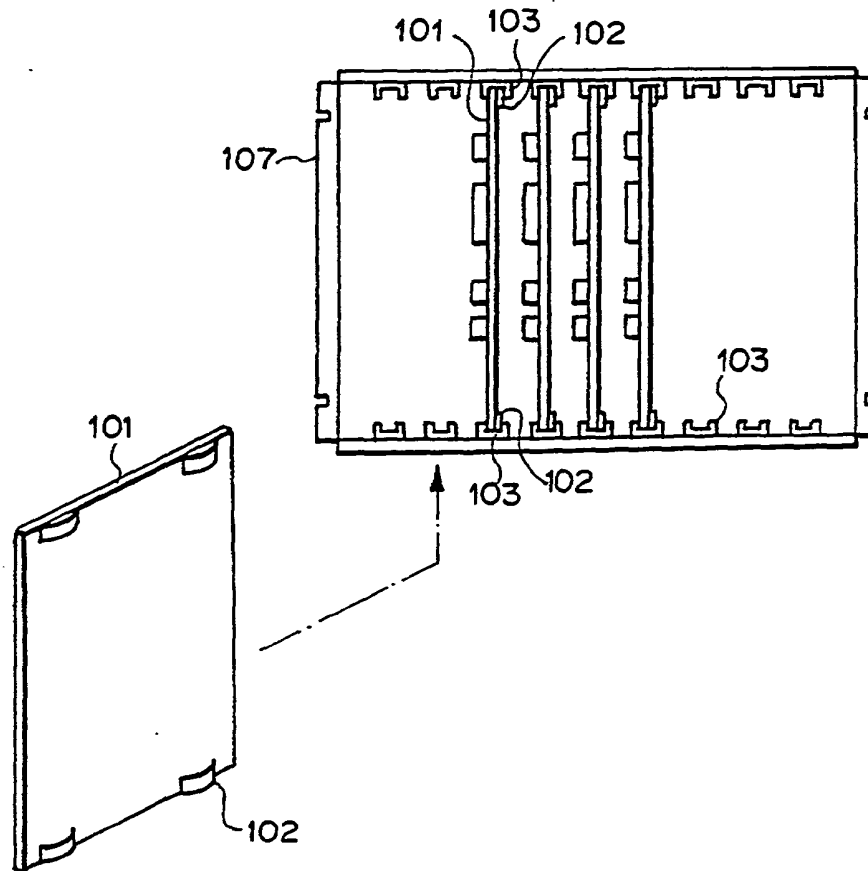


FIG. 21

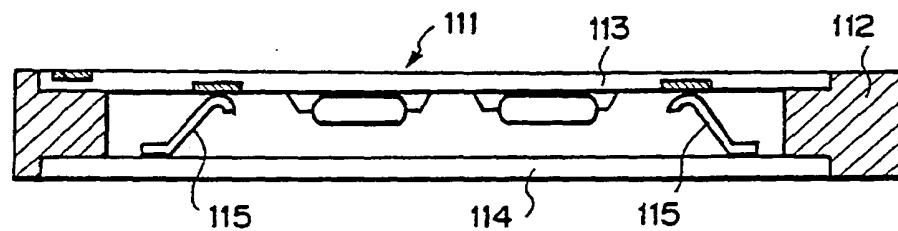


FIG. 22

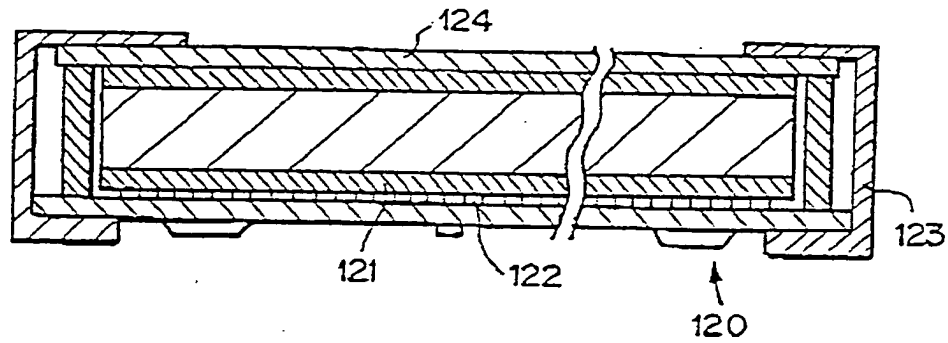


FIG. 23

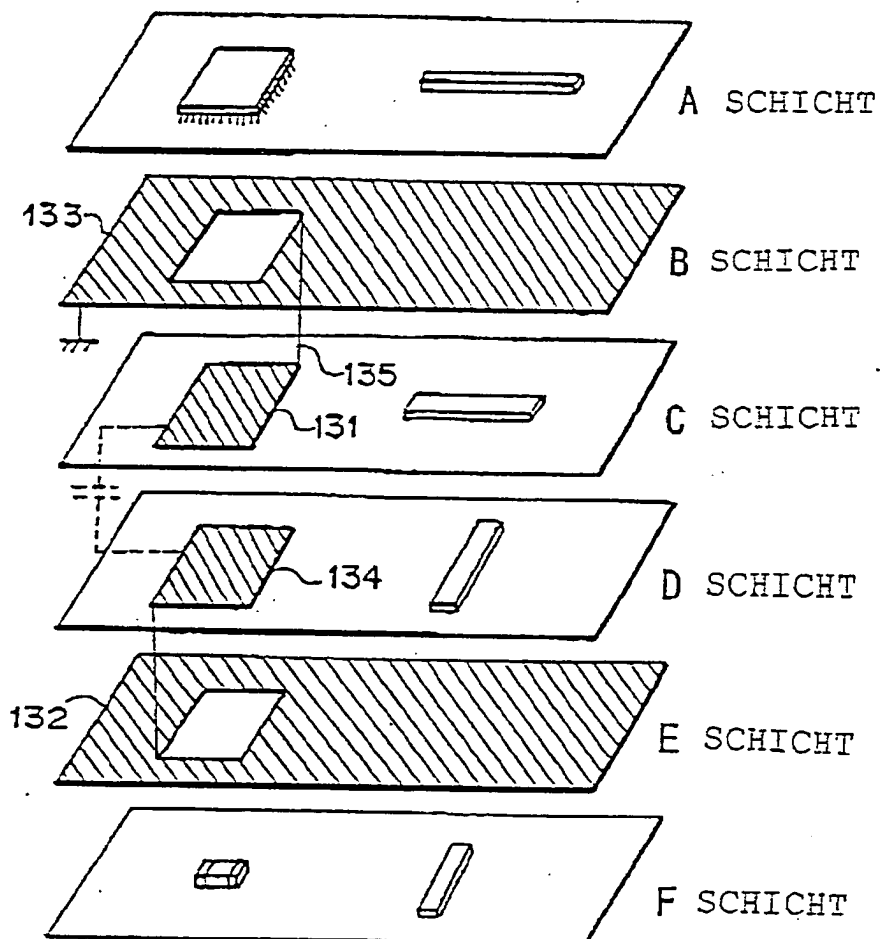


FIG. 24

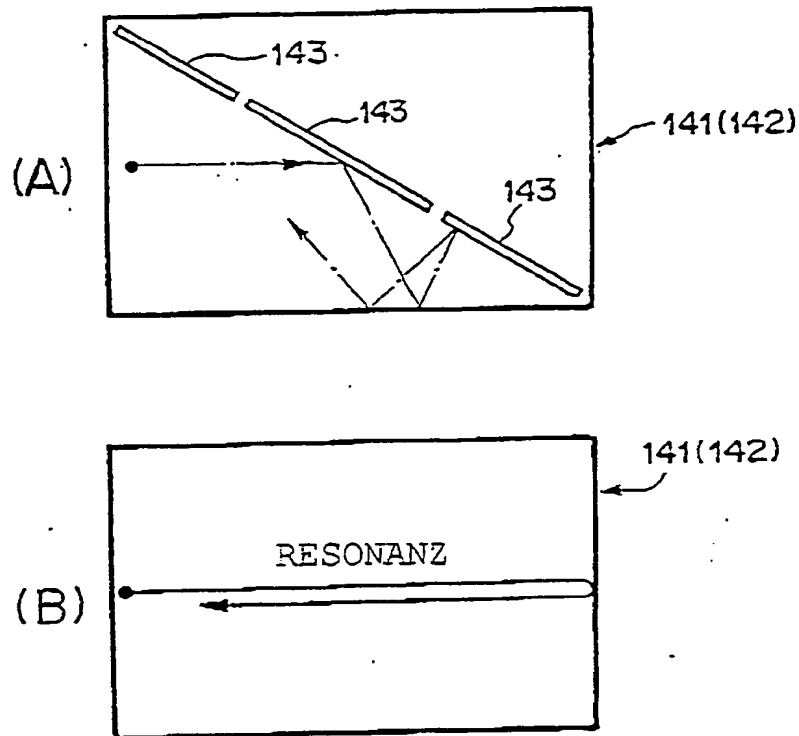
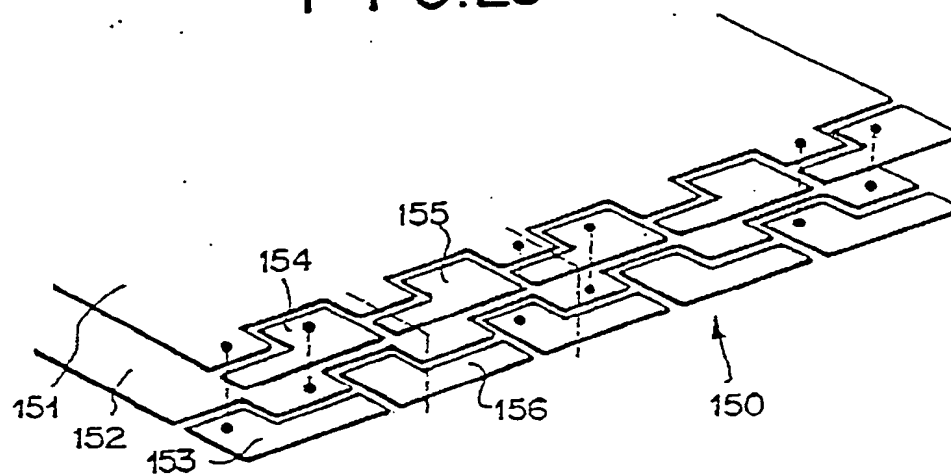


FIG. 25



F I G.26

